

昭和三年
六月三日

九州天草島附近の地震の調査

(地震エネルギー發散の様式に就て)

石川 高見

此調査の結果として、地震計象、震域等より考察するに、地震エネルギー發散の機巧、徑路に二種類の様式あることを謂へり。

即ち強き地震に當りては「地震の始まりの點」(初震原)に於て瞬時的に其地震全エネルギーの發散を了するものの外、多くの大地震は、初發に引き續きて、初震源又は之れに連續或は近接せる地域に於て或る小時間内にも逐次的又は漸進的に地震勢力を發散する様式の地震寧ろ多し。との議論に傾けり。

一、緒言 昭和三年六月三日十七時三十一分九州の大部に互りて人身感覺をせし地震の發現があつた、地震勢力としては必しも強烈ではない、強き所も震度階級にて五(強震)に過ぎないが、此の地震前の暫くの期間に互りて、この地方にては殆んど注意する程の地震發せず、極めて平靜であつた、それ故この地震が相當に注目せられた。

且つ東京觀測に依れば、其地震記象型が特種の位相を記録せしを以て、更に學者の注意を捉し、他の

方面からも各測候所にて觀測せる記象寫し借覽方の要求があつたので、筆者が其等記象等の蒐集をなす可く本臺長閣下及び國富技師より下命あり、更に調査すべき事をも命ぜられた。

それ故調査の結果氣付きしことを茲に羅列的に記載して、一つは復命に替へ、一つは同業先輩各位の御教示を希ふ次第である。

元來九州地方は縱斜に走貫してゐる火山群があり、其れ等のあるものは平時に活動勢力を有すること本邦の他の地域に比し大であること、即ち火山構造地域であることをば、本地震發生理由の對象としては有視する事柄であらう。

然し地震發生の本原が、何んであるかまだ確の立證なき現今に於ては、單に抽象的に、此地方の地震調査に當りて、是等火山系を參照す可しとのみ、記し得るのみであらう。

二、震央の決定

現今に於て、震源又は震央を決定なし得る要素は我同業各測候所に於て熱心に觀測せられし多くの記象によるの外、方法決してない。今氣象要覽より是等貴重なる觀測値を左表に掲ぐ。

第一表 各測候所の觀測

長崎	發震時刻 一七・三・三〇・〇 ^{時分秒}	初期微動 一七・七 ^秒 西南	觀測所 溫泉岳	發震時刻 一七・三・三〇・九 ^{時分秒}	初期微動 一七・三 ^秒 西南
		初動 四・八			初動 一五〇

高	熊	追	布	高	甲	大	臺	水	秋	沼	札	羽
山	谷	分	良	田	府	連	南	澤	田	津	幌	幌
一四・九	二二・四	二七・四	三一・七	三七・〇	三八・〇	四九・二	五七・四	三三・六 六・三	三〇・一	三八・〇	五三・〇	
一三三・三	一二九・二	一一〇・五	一六・四	一四二・五	一四四・〇	一五七・三	一四五・七	一五三・一	一二六・〇	一一二・〇	二二八・五	二四五・〇
松	臺	長	柿	銚	東	仙	石	盛	函	横	水	大
本	中	野	岡	子	京	臺	卷	岡	館	濱	戸	泊
一五・〇	二六・〇	二七・四	三三・一	三七・八	四五・一	五一・〇	五七・四	五三・一	一七・〇	三四・〇	三五・一 一八・三	
一〇四・〇	二二〇・〇	一一三・一	一八二・七	二一九・〇	一二六・〇	二〇五・三	二二三・三	一五三・一	九三・八	一七九・〇	二〇四・三	

さて本地震に於て、茲に震央と云ふは、地下の地震初發位置の地表に於ける直上の位置を稱する。隨つて地震全勢力の中心、或は變位體積の中心、其全質量の重心の地表直上位置等の如き意味にてはない事論及するまでもない、即ち「地震の始まりの點」の地表直上の位置で、寧ろ「初震央」と稱ふべき場處である。

然して地震エネルギー發散の機巧、徑路は後に記することとして……茲には兎も角も、「地震の始まりの點」の地表直上の位置（即ち初震央）が直に震度強き震域又はその中央點とは一致せざる關係のもののあることは、實驗的事實であり、更に震域の形狀が著しく歪形を呈する現象の存在も、又過去の實例の多くによりて肯定さるゝところである。

震央並に震源を正確に定め得らるゝならば、地震學でなさるゝ調査研究上に好結果を得らるゝ譯である。そこで是等を決定する手段として、尤も理想的なるものは、多くの觀測所に於ける正確且つ精密なる發震時を以てなすことである。然しそれは、器械と觀測上との良き努力を要する。現今にては普通の初期微動繼續時間（P—S波の速度差）を以てなされてゐる。この方法は震央又は震源距離と、それが比例をなすとの假定を基本として、一つは實驗的に常數を定め（大森公式其他の式）、又は等初期微動線方法（時報二卷一九八頁）、一つは觀測所間の距離を初期微動による比例軌跡に分割せし方法（中央氣象臺歐文彙報一卷四號）、等である。

何れにせよ、是等の方法はある假説より震央（又は震源）を求むべきものである。萬一 Δ とP Sとが比例をなすとの假説が（例へばP波とS波通路が地層によりて異なる様な場合の）少しにても正確ならざれば、理論上は精密に求められないこととなる（觀測より生ずる誤差は別として）。

此回の地震記象を見るときは、初期微動時間が可成りに讀み取り難く、恐くは、讀取る技術者、學者

によりて、夫れ／＼個性的誤差は免れない程の、困難なものであつて、其何れが眞で何れを違りとなすべきか、容易に見掛上では黑白を知るべくもない。

それ故に此震央を求める手段として、諸観測所記象の初動を以てなした。然し此の初動方向に就きては少しく考察を要すであらう。

震央より遠距離に於ける初動方向は、震波の通過する途中の媒體である各地殻の影響によつて偏るべきは勿論である。本邦の様な複雑なる地殻に於ては、更に然るべきで、殊に地殻の表衣が急に軟い土地又は、急に異なる状態の土地の上に在る観測所に於ては、一層此の影響は著しい。

然し震源に近い観測所の初動に於ては、この偏りは、ありとしても僅少である故無視して支障ない。此れより起る偏りよりも却て、實際の観測上では、地震計が持つ夫れ／＼の異なる性能によつて生ずる誤差の方が大であるからである。それ故、近距離の數個所の初動が明瞭に現れたときは、其初動方向延長線の交點の平均を以て、其初震央となし得べきである。

此回の地震に於て、夫れ等近距離観測所に於ける初動方向を讀取るに、次の通りであつた。

觀測所名	初動方向	觀測所名	初動方向	觀測所名	初動方向
溫泉岳	南二十三度西	長崎	南六度西	熊本	南四十二度西
宮崎	北七十一度西	鹿兒島	北三十二度西		

是等の初動は極めて明瞭であること、記象圖附圖（第二圖）にて示すものである。

この初動方向を地圖上に記入して、其延長線の交點の位置を求むるに、第一圖の様に、それ等は熊本縣天草島中部地方にて平均の交點があることとなる。

以上によりて、此地震の「初りの點」即ち初震央が此附近にありしと見做し得る。

單に此事實を以て初震央をこゝに決定すること、早計の恐あれば、更にチェックを要する。

前に述べし様に、此回の地震は初期微動の判定困難なれども、第一表の測候所先輩の讀取りと筆者との讀み取りとを對照して Δ 、P S ダイアグラム及び走時曲線を作製してみた。此の結果に依るに、第三圖にて示す様に、先きに初動方向の交點平均である天草島中央附近を原點にとりたる是等の曲線が大體調和をなしてゐる。

圖に見る様に、震央に近き値が、曲線外に多少のバラツキを持ってども、其等平均を取れば不合理でなきを得る、一般の小規模の實驗にありても、多少の誤差は免れぬ、況んや地震の如き大きな實驗の結果は此様な誤差は現今尙免れぬであらう。殊に本地震の運動様式が後記の如きに於てをやである。もし横軸に比し、縦軸を小に取る（即ち大體の値を取れば）ならば、是等の點は良く曲線の内に接近する。

此のテストに依りても、先きに初動方向にて定めし初震央位置が不合理でない。もし此位置に誤差ありとしても、それは十軒以内の差であるから第一圖の天草島中部地方を初震央として、取扱ひてなした

る。後記の調査が、大過ないであらう。

(前掲の初動方向に於て長崎測候所の方向が獨り著しく西方に偏きある、もし地震計の調整等の結果に依らずとせば、此附近にては震波の屈折現象の存在あるを想像せしむべく、他の地震に際しても常に斯る現象あらば、注意すべきことと思はれ記して蛇足する)

三、初震源の深さ

一般に震原の深さを確實に求むる事は、精密なる發震時を要し特に震央の極めて附近の精密なる發震時に依る事尤も理想的である。其他の方法は假定を基としてなすから精しく震源の深さは求められない。此回の地震の震源も、震央の極く近くの觀測値なきを以て、後記の方法にて求めし深さも精密を缺くさうあること、全く止むを得れども、其誤差としては十籽以内である。

先ず前章第一表の各測候所の觀測値から作りし走時曲線から震源の深さを考へることをなした。

この曲線によりて先づ本地震の縦波の速度(V_1)の値及び横波の速度(V_2)とを求めた。

現今の觀測にては各波の速度として、確らしき精しさは十分ノ一籽毎秒で、それより精しき値は種々の誤差が加はるであらう。

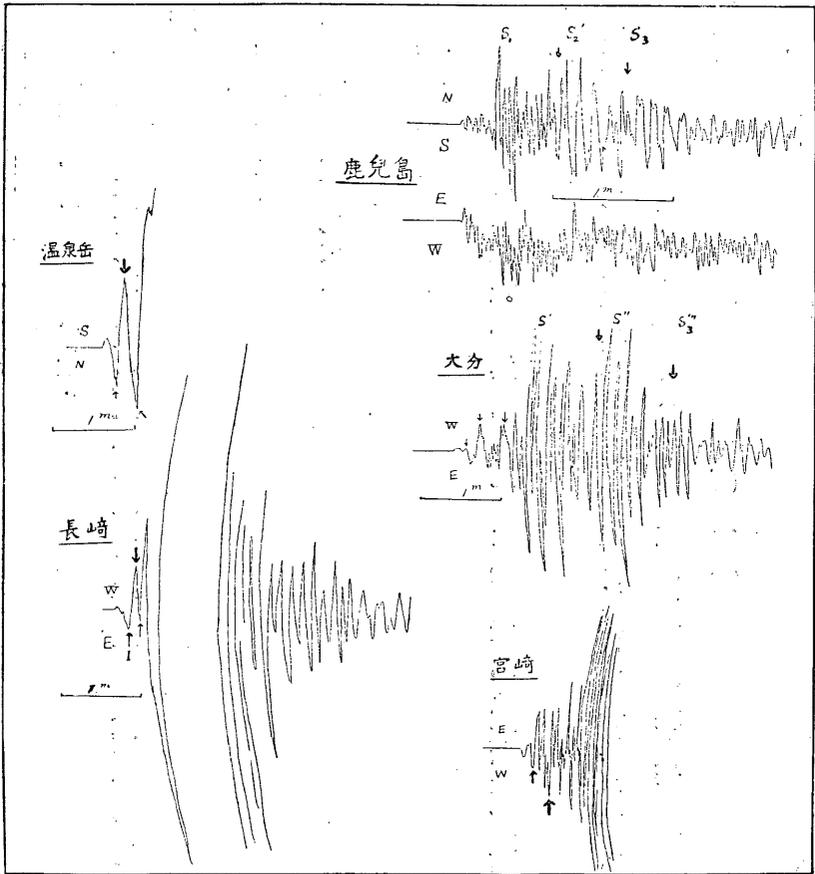
さて本震々波速度として

$$V_1 = 7.51 \text{---} 7.82 \text{ 秒/籽}$$

$$\text{平均として } V_1 = 7.7 \text{ 秒/籽}$$

又横波の速度は

第二圖 記象寫し(P P' P'₂ P'₃ 及び S S' S'₂ S'₃ …… を示す)



$$V_2 = 3.01 \text{---} 3.20$$

平均として $V_2 = 3.1$ 秒/米

この (V_1) (V_2) は縦波横波が、後に計算したる深さ七十軒の地殻を通る平均の速度である。

又 (V_1) と (V_2) との比例は

$$\frac{V_1}{V_2} = 2.47$$

である、今迄に歐州大陸の値としては

$$\frac{V_1}{V_2} = 1.79$$

であるから、今回とこれとを比較すれば稍異なる。これ或は九州地方の地殻が其物理的性質を歐州大陸とは相異なることに依るべきか。

今以上によりて速度を知りしを以て、是れを用ひて、深さを出して見る。それは、多くの學者、技術者によりて、常になされた様に、 Δ 、P S グラフ（附圖第三）の曲線が縦軸と切り合ふ點を求むればよい。即ち $\Delta = 0$ に於ける初期微動繼續時間を (t_0) とすれば、曲線より

$$t_0 = 13^{\text{sec}}.0$$

それ故に

$$t_0 = \frac{\Delta(V_1 - V_2)}{V_1 V_2}$$

の関係がある。これに前記の値を入れて計算をなすときは、本地震初発點の深さ(h)は

$$h = \Delta \div 68 \text{ 秒}$$

となる。

此の方法にて困難の點は ~ 0 に於ける點を求むることに誤差の伴い易き事である、然し曲線の性質から、此誤差を非常に大きく例へば一秒としても、結果に於ては (+) (-) 七秒であるから、前述した様に十秒以内の差に於ては充分算出が出来る。

更に他の方法、走時又は Δ 、P S グラフを使はずに震源の深さを出し、前記の値を檢查してみることは必要である。

それは震央のなる可く附近の觀測値を用ひる、

今

$$\Delta_{II} = \text{震原距離}$$

$$\Delta_{II} = \text{震央距離}$$

$$\Delta_{II} = \sqrt{(\Delta_{II}')^2 + h^2} \dots\dots\dots (1)$$

$$\frac{\Delta_E}{\sqrt{V_1 V_2}} = k \dots \dots \dots (2)$$

なる二つの關係によりて、數ヶ所の觀測値の夫れ／＼の、この値をとることによりて、未知量を消去し得。然るときは結局

$$h = \sqrt{\frac{(t_1)^2 (\Delta_H)_1 - (t_2)^2 (\Delta_H)_2}{t_2^2 - t_1^2}}$$

となりて、右邊は總て實際の觀測によりて知り得る値のみとなる。

但し $\left(\begin{array}{l} t_1 \quad t_2 = \text{各測候所初期微動} \\ \Delta_H \quad \Delta_E = \quad \text{震央、震源距離} \end{array} \right)$

此式の性質も吟味して知らるゝ様に、可成りの誤差の伴い易き事、即ち右邊の數値の各々の差が僅少であるから、精密なる觀測値に待たねばならぬ。

然し檢算としては充分役に立つ。是れから出した値につき其平均をとるときは

$$h = 70.6 \text{ 米}$$

にして、前記の深さに近い、それ故本地震初發點の深さは、

天草島の直下約七十料

にあることとして大過なからむ。

日本に於ける不連續面所謂モホロヅチツク層が約四十籽（鷺坂、國富兩氏による）に多く存在し、又此地方にては、熊本附近にての不連續面三十六籽（隼田氏による）とすれば、今回の地震はそれより以下更に三、四十籽の深さに其の初發點が存在することとなる。

又日本通常の地震にありては、其の初發原深さ三、四十籽のもの多し。それ故今回の地震は其初發原が稍や深さに存在してゐる。

本地震の發震時刻を以上より計算するときは

初震源に於て 六月三日十七時三十一分十九秒 となり

隨つて震央に於ける發震時刻は

十七時三十一分二十八秒 となる。

而して、本地震の初動方向は第一圖にて知る様に、震央に向ふことから、其初發に於ては先づ地球中心の向きに丁度陥落の状態として始まりしを想はしむる。しかし此の初發の運動状態が、本地震運動状態の全部の状態と等しきや否やは、更に吟味するを要するであらう。

四、初動波の週期

震源より地表に到着する地震波の第一動を使ひて、其の震源運動の状態を知る事は、志田、ウォルカ

1 氏の方則である。

而して、勿論、其震源の運動とは、其地震全勢力が作用をなせる運動状態ではなく、初動波を生ぜし其地震の始まり、即ち初震原の且つ初發の運動状態である。

それ故、其地震全勢力が初發と等しき運動をなす場合の外、初動状態を以て、其地震全體の運動状態とはなし難きこと勿論であらう。

各測候所第一初動波四分一週期

地名	四分ノ一週期(秒)	震央距離(料)
熊本	一・三	六五
大分	二・八	一六〇
濱田	一・八	三二〇
宮崎	二・一	一三〇
高知	二・〇	三三七
神戶	一・七	五一
温泉岳	一・九	三六
鹿兒島	一・四	一〇二
長崎	一・三	四八
福岡	一・五	一三〇
下ノ關	一・六	一八六
釜山	一・七	三〇二
平均	一・八	

さて本地震につきて、初動波週期を調査してみる。

地震波動は錯雜なる波動なるが、今震波の或る微部分をとれば、正弦波動の一部とみる。然し實際の記象讀み取りに當りては、初動波の次に直に續きて、次々に到着する位相異なる波動ある故、此等の互の干渉は、初動波一週期の、短き間に於ても、尙其の影響を免れず、爲に確實に初動波を記録せしめない。

それ故實際の初動波週期は、その四分ノ一週期を讀み、之れより算出すれば、稍真に近いものとなるであらう。

今回の地震に於て、各記象より讀み取りたる初動波四分ノ

一週期を上に掲ぐ、之等は明かなる現れのものである。

是れに依れば、此回の地震波第一動の週期は緩慢な波動である。

而して震央距離の大小に依りては殆んど無關係に畧一様である。之れを一週期間正弦波として改算すれば

$$1.8 \times 4 = 7.2 \text{ 秒}$$

となりて可成り緩き週期波である。

さて初動波週期につき次の二つの性質を考へてみる。

(一) 初動波週期は、その發震點の地殻が持つ物理的性質によるものにして、地震を起すべきに夫れ／＼異なる力を與ふるも、地分子は或る定常の週期の初動を生ずるとの考へ。

(二) 初動波週期は、直に地震初發運動の週期其ものであるとの考へ。

この問題に就きて、尙解決を得るに至らないが、恐くは之等(一)、(二)の二つの成分を含むものと考へらるゝ。(勿論震源の極く近くに於ては波動ではないであらう)又地殻表皮が、外力によりてなさるゝ脈動の週期は、四秒乃至一分の定常的週期をもつ。

然して地震波にては震央に近き處に於ては、地震運動によりてなさるゝ(二)の成分の方(一)に打ち勝つべしと考へらるゝによりて、震央附近の初動は大體地震運動がなしたる週期なりと見做し得るであらう。

近地地震現象には、初動直後急激なる短週期波を記録すれども、前に云へる如く、初發後刻々に來る震波の影響を考ふべきである。

今近來の著名二三地震に就き其大なる初動を掲出すれば次の通りである、(初動四ノ一週期にて)

北丹後地震		關東大地震		西三州地震	
豊岡	八木	大根	彦根	沼津	沼津
一・九	一・七	二・二	一・四	一・七	一・七
津	京都	福井	長野	東京	東京
一・七	一・六	一・二	一・八	一・七	一・七
平均	平均	平均	平均	平均	平均
一・七秒	一・七秒	一・七秒	一・七秒	一・七秒	一・七秒
丹澤山附近地震		西三州地震		西三州地震	
沼津	松本	飯田	甲府	飯田	甲府
一・七	一・八	一・七	二・一	一・七	二・一
平均	平均	平均	平均	平均	平均
一・八秒	一・八秒	一・七秒	一・八秒	一・七秒	一・八秒

には大地震の二、三の例を取れり、例へば、濃尾大地震の根尾大斷層が徐動によりて生じ、爲に斷層上の民屋には被害なかりし、又關東地震にても、其れが地表になしたる地變は徐動と認め得らるゝものあり

五、地震エネルギー發散の機巧に就て

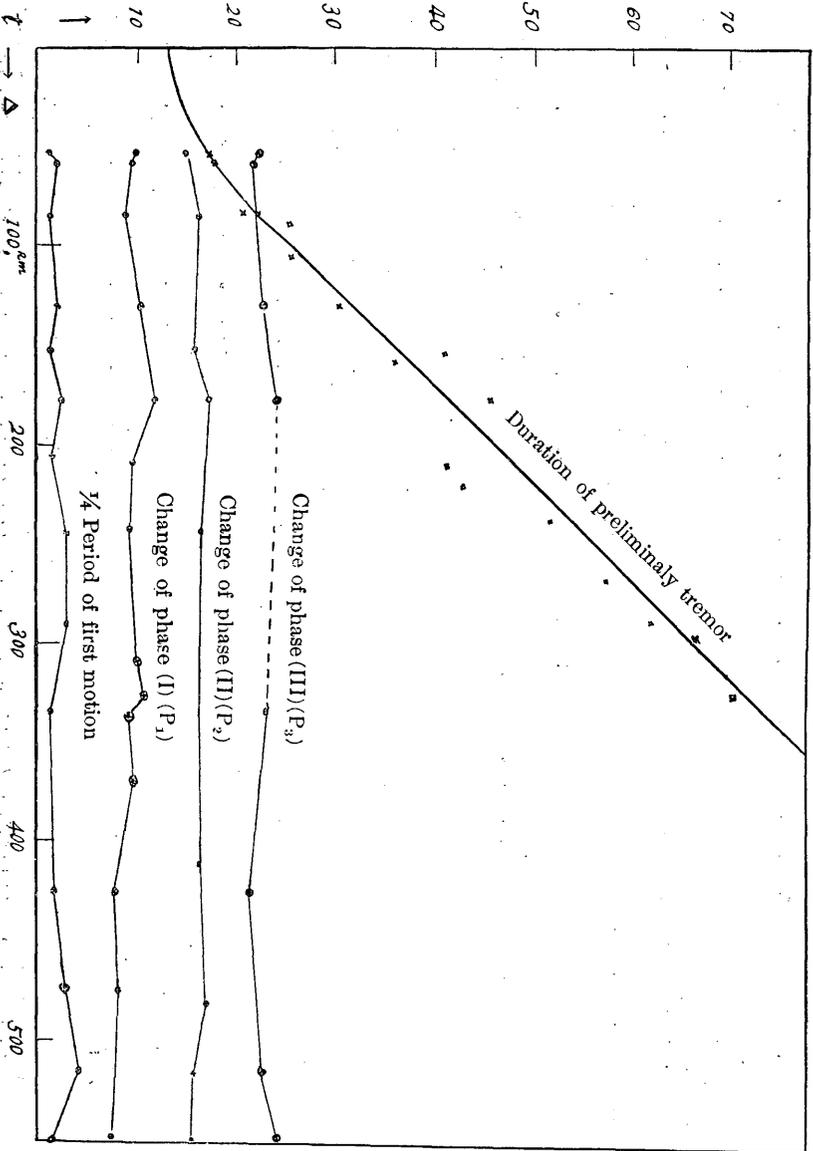
第一章にて肯定せし様に、初震央と實際の強き震域とが、震央距離に必しも比例をせざることを、或は震域の型狀が著しく歪形をなす場合ある事を記した。

是等は強大なる地震であるが、其初動四分ノ一週期は一秒七となる、隨つて其一週期の平均は七秒程となる。

是等が前記の考の様に地分子がなす定常的週期に非ずとせば、大地震に於ける初發の運動が割合に徐動をなすとの結論に達する。

(勿論急激なる地震運動あることも可能なれども、茲

第三圖 P S 及び P₁' P₂' P₃' を示す。



今回の地震にては、その著しき現象をなした。今各測候所よりの報告によりて其震度を掲ぐる。

熊本縣 微震 熊本市、京町、藍田、人吉
 弱震 砥用、松橋、八代、本渡

強震 佐敷、本渡田本

長崎縣 微震 長崎、平戸

弱震 鼻、諫早、富江、温泉岳

福岡縣 微震 福岡、四ツ山、三池

宮崎縣 弱震 沖水、高原

微震

鹿兒島縣 弱震 釣掛崎、原田、枕崎、隈之城、脇本、木田、五拾町

強震 鹿兒島、加世田、下谷口、武本、麓

是等震度を地圖上に記入して震度分布を現すと即ち第一圖である。觀内觀測所に於ける觀測は多少の誤りなきにしも非ざれども、微震を強震までに誤測することはなく、且つ附圖第一に現してみるに左程突飛のものなきことより大體正しきものと做られる。

此の震度分布よりみるときは、前さに云へる様に、強き震度の地方は初震央なる天草島附近に非ずし

て、寧ろ鹿兒島市乃至櫻島火山を含む薩摩半島の中部の地方に存在することをみるであらう。又測候所の器械的觀測によりても、初震央に近き熊本よりも、却つて遠き鹿兒島測候所の記象遙かに優勢である。斯る震域の異常型をなす事に就いて、古く大森博士は、明治三十一年福岡縣糸島郡地震の時其震域が矢張り今回の様に歪形をなせし理由を假設せられて、地表とある傾斜をもつ、ライン、ソースの震源を考へられ。例へば蒸氣瓦斯等が、其震源をなすべき地殻中の或る線狀間隙に作用するとき、震源と同方向線上には強き地震勢力を傳ふべきも、之れとは直角の方向にては、勢力を傳達すること弱きを以て地表の震域は圓形とはならず、歪形をなすべきであるを例言せられた。又最近寺田博士は地理學評論にてブロックの界に於ける關係より震波異狀傳波を論ぜられた。

最近に和達技師は深層地震の研究より、その深き震源が異常の震域をなす理由の一つとせられたは卓見であるが。然し充分なる理由條件ではないであらう。

筆者が嘗て曰へる異常震域は特種の地震に就いてのみ關東地方が跳躍的に特別なる強震域となるのであるから嘗て筆者が假想せし様に（集誌第四ノ六號）複雑なる理由の更に相加りて存するであらう。例へば今回の地震に於て議論し得る、複合地震又は複雑地震の場合と同じ機巧に、關東地方と深層地震を發する地下とが、特別なる地殻上の連絡、カラクリの存在を以て、深層地震を發したる時は、毎に關東方面に於ても直にある作用を發起するの狀態に、其構造がなされて居るを想はしめ。又初動の

週期即ち地震初發の運動が割合に前記の様に徐動であるならば、地震發生の本原特に深層地震につき更に思考したいと思ふ。

此等の事實に就きては後日更に發表する考である。

只深海地震の如く、極めて地表に近き地震にては、其震波緩慢なるにより、觀測者の注意力又は感覺度の差によりて、人身感覺ある處所と否との所を生じ、所謂第二種の異常震域となる、然し是は寧ろ心理學上よりの分類であるから、隨つて吾々が茲に云ふ地震の分類とは別の議論のものである。

さて本地震の議論に歸りて、今第二圖に掲出せる各地の地震計記象に就いて、何人も直に注意する様に、普通の初期微動波中に於て、遙かに其振幅週期の相異せる波動の、混入して存在することに氣付くであらう。

而して是等の變異相は、九州以外の遠方の觀測、例へば四國、山陽地方に於ても、明かに驗出するところが出来る。

鹿兒島測候所微動計は震幅著大のため描針逸出せしを以て、強震計記象を掲ぐる。強震計自己週期は四秒なるにより、以上の様な變異相の、緩き波動にてはこの地震計固有の週期の爲め、實際波動とは全く似もつかざる記象となるが、尙其の初期波動は全體として、西南西の方向に見掛上の傾斜をなしてゐる。

兎も角も、前述の變異波動の實存は決して疑ふ餘地がない。然らば斯の變異波動は何によりて生じたる哉、其理由を確む可きである。

その手段として、今是等變位波動の發現時を縦軸にとり、震央距離を横軸にとりて、グラフ第三圖を作りてみる。

然して之れを、初期微動繼續時間及び初動四分ノ一週期とを對照してみる。

此の第三圖によれば、是等の變異波の發現時は横軸に平行である。

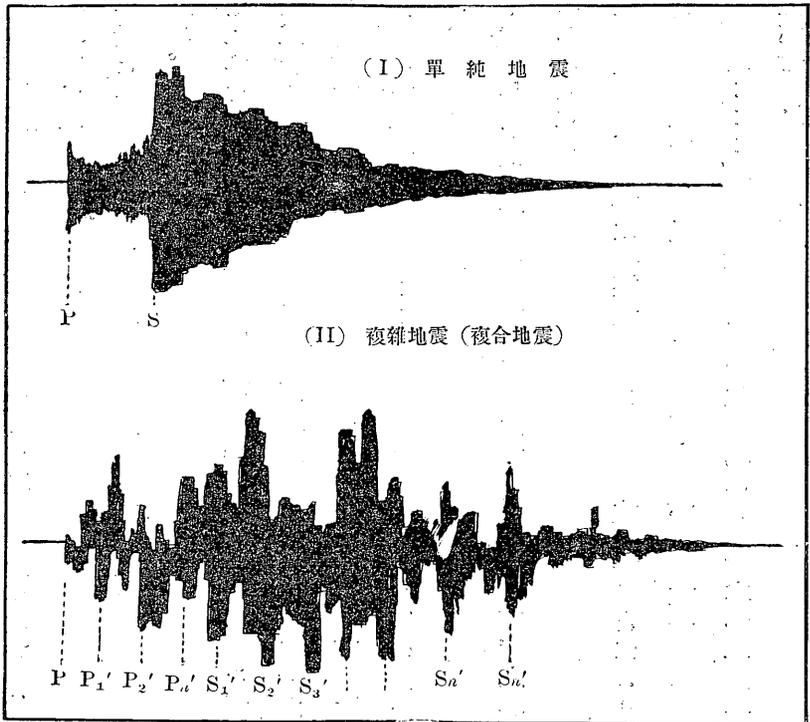
此の事實は始震原、又は其近傍の地にて、更に之等の變異相波を發散すべき波原あることを考へらる。故に是等の變位相を $P_1' P_2' P_3' \dots$ 等とすれば、もし n 回の漸進的地震運動を發生せば、 P_n 迄現るゝこととなる。

而して、若し斯く漸進的に震波を出す地震の機巧あらば、之れに對象すべき $S_1' S_2' S_3' \dots S_n$ 等なかるべからざる事となる。

然るに S 波は其週期并に振幅大なることと P 波の混入とによりて、 P' 波の場合の如くには、明瞭とならざれども、第二圖の記象を見るときは、亦明かに、主要動に於ても數段に區別し得らるゝのである。

此の $S_1' S_2' S_3' \dots S_n$ 等に就きては、隼田氏により、本年五月二十二日の日向灘地震の研究にて、其の存在を確定せられてゐる。

第四圖



茲に於て、以上の理由を歸納して、此回の地震は初震原に於て最初の初動(P)を出す運動をなし、引き続き、其初震原或は其附近の地が漸次に震原となり、 P_1, P_2, P_n 等を發せるものである。

斯る地震運動の機巧は、例へば固體の「ヒビ割れ」又は破壊の場合に見らるゝ如く、始めのヒビに連續して、更に大きな破れの生ずること、恰も硝子板の割れて行く現象に視らるべきで、又、割れの進む速さは、震波速度に比し著小である。

又、大地震の後に續發する所謂

餘震は、一般には小規模なれども、之れは必しも絶對的の定則ではない。例へば大正九年十二月信濃大町地震の際は、初の地震の後續きて次より大なる地震あり、又歴史上有名なる安政年間の南海東海道大地震は時間を置いて數度に漸進的に發せしは明である。然して何れの地震が其勢力最も大でありしかば不明であり、其震源も亦詳ならざるも恐くは、筆者が後記する複合地震又は複雑地震であらう。

火山爆發の如き際の地震に於ても、先づ大爆發の地震を生じて、是れに續きて地震を漸次に生ずる。大正十一年の櫻島爆發も然り、又尤も近き本年九月十八日の淺間小爆發の際の地震記象には、是の漸次的地震が明に記録されてゐる（之れに就きては次號に掲記したいと思ふ）。

地震の本原をなすものが何れにせよ、兎も角も、實際の大地震の例に於ては、例へば關東大地震にて、即ち熊谷測候所長平野技師が始めて稱へられた、（集誌第二、第二卷四號）廣き震域を有し、は事實である。又最近地震研究所坪井忠次氏は震後に施行せし地形測量の結果の吟味によりて、地殻がある片々の構造なるを論ぜられてゐる（震彙報第七號一冊）

以上によりて、今回の地震にて、前記の變異相をなすは、初發に引き續きて次々の漸進的連續したる運動をなせし結果と想はる。

或は、それ等の變異相は震波が地層途中にて反射等の爲に生ぜしものとするあらば、それ等の考には左の不合理がある、

(1) 本地震は七十籽の深さに在りて、不連續面の下方三十籽にあれば、此の面にての反射は考へられぬ。

(2) 地表又は不連續面の他に於て、何等かの影響によりての反射、屈折波なりとすれば、何故に同一地方に於て、變異相を現す地震と、然らざる普通の記象をなす地震あり哉

故に本地震のエネルギー發散の機巧は、天草島直下七十籽附近にその「初りの點」あり、次で此の初震原又は此の近接（垂直にも）地方にも漸進的震源を生じて、斯くて漸次に、其全エネルギーを發散せしものと思考する。

それ故に初發點の運動機巧が全地震全般の運動機巧と必しも等しからざる場合を生ずるであらう。本邦に於ては、本地震の如く漸進的なる運動の様式をなす地震決してまれならざるにより、筆者は斯の如き地震をば複雑地震又は複合地震とと假稱しやうと思ふ。

六、地震エネルギー發散の様式による二種類の地震

日本にては此回の如く逐次的に其エネルギーを發散するものと、其初震點に於て瞬間的に全エネルギーを發散するものとあるを以て、茲に筆者は地震を斯の見地よりして次の二種類に區別する。

第一種 單純地震 初震原に於て、初動と等しき運動に依りて、瞬間的に其全エネルギーを發散する

もの、

第一種は特に小地震又は小區域破壊的地震に多く、其の地震計の記象は初期微動と主要動とが割合に確然たる不連続をなしてゐる。又小破壊的地震に當りて生ずる地表の小斷層は瞬間的に構らるゝであらう其れ故に此の様な斷層上にては被害大であらう。

第二種 複雑地震又は複合地震 此回と等しく初震源又は之れに連續或は近接地方に於て、更に震源をなし、時間と共に次々に漸次其全エネルギーを發散するもの、

第二種は地震の大部分のもの之れに屬し、特に大地震の場合には多し。其地震計記象は初期微動と主要動との區別、概して確然でなきものが多い、且つその初期微動波中には、漸次に新しくなざる、次々の運動から發する縦波によりて、變異相 ($P_1' P_2' : : : P_n'$) を混へる、隨つて其主要動に於ても、亦 $S_1' S_2' : : : S_n'$ 等數段に區別さるゝ波動を記録すべきである。

今是等の二種類の地震記象を假に圖式にて現すとせば右圖第四の様式となる。震源より少しく遠方の觀測にては、複雑地震の記象も漸次に單純地震記象と相似となるは、震波通路による影響を被るものであるが、もし震源の運動が逐次的なるを知るを得ば、稍や遠地記象によりても、 $P_1' P_2' : : :$ 及び $S_1' S_2' : : :$ 等を摘指得るのである。

(例へば本年九月十八日午前一時〇八分頃の淺間山爆發地震記象に見る如く震源近くにては三回の引き續く地震ありし事其記象に確然と録するも、少しく遠方例へば東京記象にては、其様な三回の地震は

漸次不明となり單純の記象と近似の型式となる、然れども注意する時は尙明かに三回の引續きし記象を指示し得る、(之れの詳細は次號第四卷第一號參照)

以上を要するに、志田ウオルカー氏の法則なる、初動方向の分布に依りて地震全體の運動の機巧を求め得るは、第一種の單純地震の場合であらう。

多くの地震が屬する、第二種の複雑地震又は複合地震殊に大地震の場合に於ては、初動方向の分布に依りて求め得べき震源運動の機巧は、單に其れのスタートの運動機巧であるから、それを以て全地震の運動様式として論ぜられるであらう。

例へば關東大地震、濃尾大地震、陸羽大地震等の結果としての、地表への現象が此の好例である。

又大地震に際し、より長さ徐動の存在するやも知る可らざれども、(例へば傾斜運動の如き)斯の如き長週期波動又は動搖に至りては、現今吾々の地震計觀測の配圍内ではない。

茲に筆者は、地震エネルギー發散の様式には前記の二種類の存在を主張し、隨つて多くの地震運動は、初動の外更に幾干の逐次的に生ずる運動及び震原を考ふ可きであらうことを力説し、記して教を希ふ次第である。